

трудничестве с возможными потребителями и заказчиками (проектные организации Республики Беларусь, Российская Федерация, Китай и др.).

Основные методы исследования – аналитические и экспериментальные с использованием математического и имитационного моделирования, и компьютерных технологий обработки данных вычислительных экспериментов.

Вывод. Создание демонстрационных зон позволит осуществлять накопление и адаптацию зарубежного и отечественного опыта, привлечение прямых иностранных инвестиций с целью дальнейшего развития экономики, жилой и социальной сферы АПК Беларуси.

Список использованных источников

1. Энергоэффективность аграрного производства / В.Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Л.Л. Герасимовича. - Минск: Беларус. навука, 2011. – 776 с.
2. Герасимович Л.С. Методология научного обоснования аграрных комплексных энергосистем с использованием местных ресурсов, / Л.С. Герасимович, О.Л. Сапун, А.В. Синенький // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2019. – Т.57, №1. – С.93–109.

**Забелло Е.П., д.т.н., профессор кафедры ЭСХП
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

КОСВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Существующие методы и средства управления электрическими нагрузками отличаются большим разнообразием. В первую очередь методы управления нагрузками разделяются на методы энергосистемы и методы потребителя. В энергосистеме различаются прямые и косвенные методы, у потребителя – методы управления режимами энергоустановок, управления нагрузками-аккумуляторами, местными энергоисточниками и повышение КПД установок. Прямые методы управления в энергосистеме – это административно-правовые и телеуправление, осуществляемые с помощью технических средств по заранее разработанным алгоритмам. Косвенные методы управления нагрузками, применяемые в энергосистеме, подразделяются на психологические (убеждение, пропаганда) и на экономические, охватывающие целую систему тарифов – статических и динамических.

Если при реализации прямых методов телеуправления нагрузками преобладает технический аспект в связи с необходимостью создания аппаратуры и сети телеуправления, то для косвенных методов управления более важен экономический фактор. В наибольшей степени он выражается при разработке тарифных систем, учитывающих форму графиков нагрузки.

Принципы, которыми руководствуются при этом во всех странах мира, были сформированы еще в 1956 году комиссией под руководством Э. Герберта при разработке тарифной политики для своей страны. Это следующие принципы:

- тарифы должны отражать стоимость снабжения энергией, включая прибыль и налоги;
- тарифы должны быть ясными по цели и простыми;
- требуется дифференцирование по зонам суток и сезонам;
- тарифы должны стимулировать потребление энергии в непииковый промежуток времени;
- перед введением тарифов они должны быть экспериментально проверены.

Как следует из перечисленных выше принципов, технический и экономический аспекты рассматриваются не просто как взаимосвязанные, но и как взаимовлияющие, т.к. усложнение тарифных систем требует и соответствующего усложнения технических средств по сбору и обработке информации по энергопотреблению, а в свою очередь более сложные и универсальные технические средства позволяют внедрять и более гибкие тарифные системы.

Любое совершенствование тарифа связано с необходимостью иметь оперативную и достоверную информацию об электропотреблении, получение которой возможно с применением автоматизированных информационно-измерительных систем учета, контроля и управления энергопотреблением. С помощью таких систем возможно получение суточных графиков нагрузок любого потребителя, а на основе этих графиков и с учетом других средств измерений и суточных графиков нагрузок энергосистемы. Анализ подобных суточных графиков показывает, что тенденция роста их неравномерности сохраняется, и поэтому снижение пиковых нагрузок на контрольных интервалах (утренние, вечерние часы) остается острой проблемой и на ближайшую перспективу.

Рассмотрим для примера приведенные на рис. 1 суточные графики нагрузок энергосистемы (кривая 1) и график нагрузок жилого многоквартирного дома, построенные в относительных единицах.

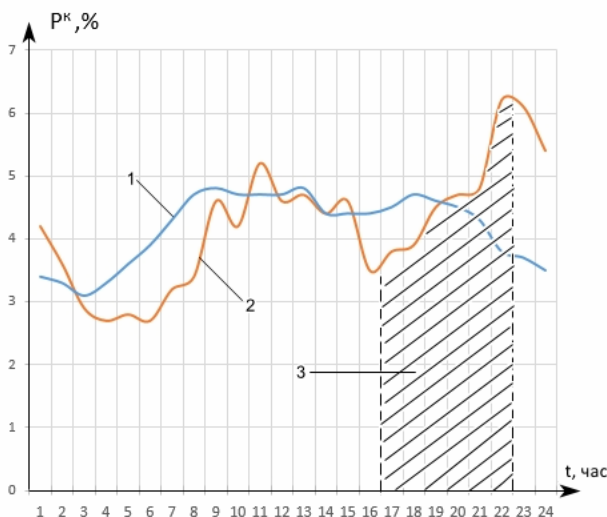


Рис.1 Суточный график нагрузок энергосистемы (кривая 1) и график нагрузок жилого многоквартирного дома

На рисунке приведена также временная зона (с 17.00 до 23.00); в течение которой с 1.07.2019 года установлена повышенная плата за электропотребление согласно дифференцированному трехзонному тарифу, действующему в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.07.2019 №442 и касающемуся коммунально-бытовых потребителей. Как видно из графика, тарифная зона с самой высокой ценой за электроэнергию определена не исходя из формы графика нагрузок энергосистемы, а с целью снизить вечернюю пиковую нагрузку коммунально-бытовых потребителей, пик которой только частично совпадает по времени с вечерним пиком нагрузки энергосистемы. В таких условиях снижение нагрузки, как видно из рисунка, во время с 20 до 23 часов и перенос ее в зону, например, с 8 до 12 часов, еще больше повысит утренний пик нагрузок энергосистемы, который в настоящее время практически равен вечернему. Добавим к этому то, что в целях стимулирования использования электроэнергии для нужд отопления и горячего водоснабжения в жилых домах (квартирах), не оборудованных в установленном порядке системами централизованного тепло- и газоснабжения, при наличии отдельного (дополнительного) прибора индивидуального учета расхода электрической энергии устанавливается льготный тариф в размере 0,0335 руб/кВтч (см. рис. 2), применение которого исключает стимулы регулирования нагрузок, хотя его реализация и не нарушает принципов построения АСКУЭ.

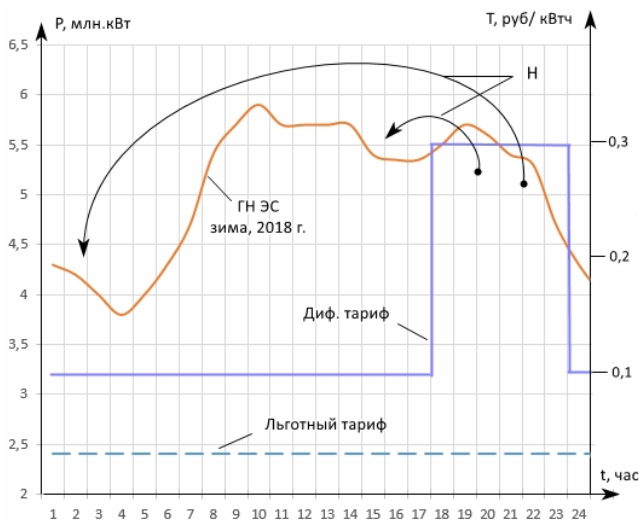


Рис. 2 Форма суточного графика нагрузок энергосистемы РБ и тариф на электроэнергию для населения (с 1.07.2019 г.)

Рассматривая техническую сторону проблемы, отметим, что еще в 2005 году было издано Постановление Совета Министров Республики Беларусь под названием «О мерах по внедрению в республике автоматизированной системы контроля и учета электрической энергии». В прилагаемом к Постановлению обоснованию были изложены цель, задачи и ожидаемые результаты и учитывая их важность и на сегодняшний день, приведем часть содержания этого обоснования.

Цель: обеспечить возможность работы энергосистемы по более равному графику электрических нагрузок на суточных, недельных и сезонных интервалах, ведение оперативного контроля за генерацией, передачей, распределением и потреблением энергии, внедрение гибких тарифных систем в условиях рынка энергии, закупаемой в соседних государствах, выявление источников небаланса и потерь (технических и коммерческих).

Ожидаемые результаты. Предлагается перераспределить вложение финансовых средств, идущих на реконструкцию и сооружение новых генерирующих источников таким образом, чтобы при тех же финансовых средствах, что заложены в прогнозах развития энергетики на 2010 и 2020 годы, обеспечить создание полномасштабной АСКУЭ, учитывая, что она позволит снизить пиковые нагрузки до 5% при полном внедрении. Снижение пиковых нагрузок в таком объеме к 2020 году обеспечит экономиию

капвложений до 450 млн. дол., учитывая, что ввод генерирующих мощностей обходится в 700 – 1000 дол/кВт.

Для реализации поставленной цели и получения ожидаемых результатов была разработана и утверждена Программа создания в республике в 2006-2012 годах автоматизированной системы контроля и учета электрической энергии согласно которой к 2012 году предстояло выполнить большой объем работ по 10 разделам Программы, включающим организационное, нормативно-правовое обеспечение, тарифы и тарифные системы, проектирование, техническое, метрологическое обеспечение, ремонтно-эксплуатационное обслуживание, технико-экономическое обоснование, подготовку и переподготовку кадров и др. Так как контрольный срок выполнения программы истек, то сегодня, не вдаваясь в подробности ее выполнения по всем разделам, можно отметить главное: методические, концептуальные подходы к разработке программы и полнота ее разделов были оправданными, однако, важность некоторых из них оказалась недооцененной, что привело к ряду издержек при выполнении сложной, многоплановой и непривычной для ряда специалистов и ответственных работников программы.

Главной составляющей недооценки предложенных подходов к разработке Программы был просчет при определении источников ее финансирования, так как замену и модернизацию средств расчетного учета электрической энергии и создание АСКУЭ у потребителей было поручено производить за счет средств этих потребителей (на основе заключенных договоров) и части средств инновационного фонда, образуемого Министерством энергетики для финансирования программ по энергосбережению, мероприятий по внедрению новых энергоэффективных технологий и оборудования. В результате даже по состоянию на настоящее время (2019 год) нельзя говорить о внедрении АСКУЭ в полном объеме. В результате выравнивания суточных графиков электрических нагрузок в существенном объеме не происходит, а основной объем «выпадающих доходов» энергосистемы при изменении форм графиков в лучшую сторону у потребителей, оснащенных системами АСКУЭ, создают именно они, т.е. потребители, не оснащенные средствами автоматизированного энергоучета. Причиной такого положения является то, что схема предполагавшегося распределения затрат на создание полномасштабной АСКУЭ была нарушена. На рисунке 3 приведена эта схема, где K_{Σ} – капвложения на создание АСКУЭ, образуемые за счет сокращения инвестиций в сооружение генерирующих источников, $K_{П}$, $K_{ЭС}$ – инвестиции, идущие на создание АСКУЭ потребителей и энергосистемы, $\Delta E_{П}$, $\Delta E_{ЭС}$ – составляющие экономического эффекта (доля потребителей и доля энергосистемы), $I_{П}$, $I_{Э}$ –

доли инвестиций, приходящихся на модернизацию АСКУЭ и совершенствование тарифных систем.

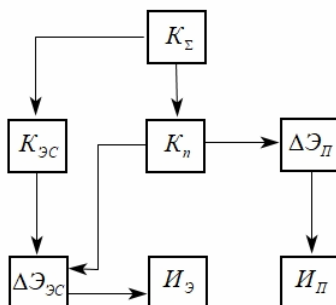


Рис. 3 Схема распределения затрат на создание АСКУЭ в энергосистеме

Концентрация инновационных средств в одних руках с последующим их распределением в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3, позволила бы сегодня иметь полномасштабную эффективную АСКУЭ. Этого, к сожалению, не произошло, так как инновационные средства Минэнерго, направляемые на финансирование программ по энергосбережению, мероприятий по внедрению новых энергоэффективных технологий и оборудования, не предполагают их концентрации на основных направлениях, каковыми сегодня является создание, в том числе, и интеллектуальных информационно-измерительных и управляющих систем государственного масштаба.

Отсутствие координации действий по созданию АСКУЭ сказывается и на выборе состава технических средств, поскольку их рынок обширен и неуправляем, в связи с чем в эксплуатации находятся десятки типов электронных счетчиков и устройств сбора и передачи данных, не всегда функционально достаточных и надежных, а то и требующих существенных доработок программного обеспечения с целью объединения счетчиков и устройств в сеть, которая требует метрологической аттестации в целом. Например, для решения подобной задачи в Италии была привлечена фирма Enel, которая получила централизованный заказ на установку электронных электросчетчиков, объединенных в единую сеть учета 27 млн. абонентов. За первый год работы было установлено 8 млн. счетчиков, что говорит не только о хороших темпах работ, но и грамотном подходе к их организации, когда работой занимается крупная фирма с высоким рейтингом в своей области, обеспечивающая в первую очередь единообразие технических средств, их функциональную достаточность и надежность.

В энергосистеме республики такого не произошло, и сегодня, например, чуть ли не каждое управление облэнерго или уже организовало сборку некоторых технических средств АСКУЭ в контакте с различными заводами-

изготовителями, или собирается ее организовывать, что привело к разобщению работ по созданию единой надежной многофункциональной, ремонтно-пригодной и эффективно действующей интеллектуальной системы.

В создавшихся условиях в республике целесообразно создание единого информационно-управляющего комплекса, который должен обеспечить функционирование АСКУЭ всех уровней.

**Заяц Е.М., д.т.н., профессор, Кардашов П.В., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

ЭЛЕКТРОТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ДИСПЕРСНЫХ ГИДРОСИСТЕМ

Продукты сельскохозяйственного производства растительного и животного происхождения (овощные и фруктовые соки, молочные сыворотки, растворы для выращивания микроорганизмов, влажные и увлажненные корма и др.) с определенной условностью можно объединить названием «органические дисперсные гидросистемы» (ОГС). С целью повышения эффективности использования питательного потенциала, интенсификации извлечения или образования полезных веществ, а также обеззараживания ОГС подвергают различным видам обработки: механической, термической химической, комплексной. В общем виде процессы между клеткой дисперсной частицы и жидкой фазой ОГС, скорость которых

$$\vartheta = K \exp \frac{G}{RT} S_{yo} (C^s - C^0), \quad (1)$$

где K – предэкспоненциальный множитель; G – энергия активации химической реакции; R – газовая постоянная; T – температура; S – удельная площадь реакционной поверхности; $(C^s - C^0)$ – движущая сила процесса; C^s и C^0 – концентрации активных ионов на поверхности мембраны клетки и в объеме раствора.

Традиционные технологии интенсифицируют процессы (1) изменением площади реакционной поверхности (например, измельчение материала), повышением температуры, увеличением концентрации активных ионов путем внесения химреагентов.